

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-226235

(43)Date of publication of application : 03.09.1993

(51)Int.Cl.

H01L 21/027
G06F 15/68

(21)Application number : 04-029123

(71)Applicant : NIKON CORP

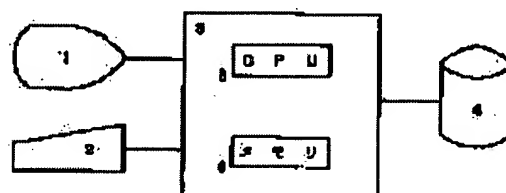
(22)Date of filing : 17.02.1992

(72)Inventor : KAWAI MASAHARU
MIYOSHI KATSUYA
SHINKAI MASAHIKO
KIKUCHI TAKAYUKI
FUJITA MASUMI**(54) DATA CONVERSION METHOD OF ELECTRON-BEAM LITHOGRAPHY**

(57)Abstract:

PURPOSE: To perform the conversion treatment of a piece of pattern data and the computation of an exposure quantity at high speed by a method wherein a piece of data for an electron-beam lithographic operation is converted into a piece of bit map data.

CONSTITUTION: A CPU 5 performs an operation treatment in order to form a piece of bit map data. A memory 6 stores the routine of the conversion treatment of the piece of bit map data; it stores a piece of actual data during the operation treatment for the conversion of the piece of data or the like. The CPU 5 reads out the routine of the conversion treatment by using an instruction memory in the memory 6; accordingly, it progresses the conversion treatment while a piece of data inside a data memory is being read out or various pieces of data are being written in the data memory. Thereby, it is not required to compute a piece of geometric data in the conversion of the piece of data.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 17.02.1999

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 20.02.2001

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-226235

(43)公開日 平成5年(1993)9月3日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/027				
G 0 6 F 15/68	4 0 0 A	8420-5L 8831-4M	H 0 1 L 21/ 30	3 4 1 J

審査請求 未請求 請求項の数2(全 7 頁)

(21)出願番号 特願平4-29123

(22)出願日 平成4年(1992)2月17日

(71)出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72)発明者 河合 正治

東京都品川区西大井1丁目6番3号 株式
会社ニコン大井製作所内

(72)発明者 三好 勝也

東京都品川区西大井1丁目6番3号 株式
会社ニコン大井製作所内

(72)発明者 新海 雅彦

東京都品川区西大井1丁目6番3号 株式
会社ニコン大井製作所内

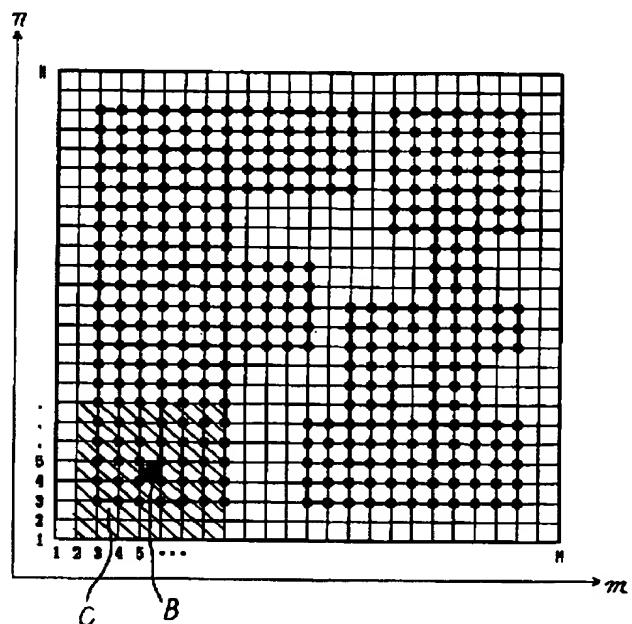
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 電子ビーム描画のデータ変換方法

(57)【要約】

【目的】電子ビーム描画のパターンデータの変換を高速に行う。

【構成】幾何データからなる電子ビーム描画のパターンデータを、描画すべきパターンの最小線幅より小さい分解能を持つ座標上の複数の座標位置データと、その複数の座標位置データのそれぞれに対応した2値データとからなるビットマップデータに変換し、ショット分解や近接効果補正の処理を簡略化する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 幾何データからなる電子ビーム描画のデータを、描画すべきパターンの最小線幅より小さい分解能を持つ座標上の複数の座標位置データと、その複数の座標位置データのそれぞれに対応した2値データとからなるビットマップデータに変換することを特徴とする電子ビーム描画のデータ変換方法。

【請求項2】 近接効果による蓄積電荷量の分布を求め、ショット位置との相対位置で示される各位置での蓄積電荷量を格納した蓄積電荷分布フィルタを作成し、前記ビットマップデータと前記蓄積電荷分布フィルタとから前記ビットマップデータの各座標位置に対応するショットの露光量を決定することを特徴とする請求項1記載の電子ビーム描画のデータ変換方法。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【従来の技術】 近年における集積回路の集積度の向上は、回路パターン寸法を微細化する微細加工技術の進歩に負うところが大きい。さらに集積度を高くするための微細加工技術として、電子ビーム描画装置を用いることが有力な手段として知られている。

【0002】 電子ビーム描画装置は、紫外線、遠赤外線、X線、電子ビームなどを用いる各種転写装置で使用するマスクの描画と、ウエハへの直接描画に用いられる。以下、ウエハへの直接描画に用いる場合を例にして説明する。また、電子ビーム描画装置における電子ビームの走査方式には、ベクタ走査方式とラスタ走査方式がある。いずれの走査方式においても、電子ビームを偏向させることによって走査できる範囲は偏向歪等のため限られており、偏向によってマスクやウエハの全面を走査させるのは通常は無理である。したがって、マスクやウエハの全面を走査させるためには、マスクやウエハを機械的に移動させる必要がある。

【0003】 電子ビーム描画装置は、一般にCADシステムとともに用いられる。CADシステムにおいて設計された回路パターンのデータ（以下、パターンデータという）が電子ビーム描画装置に入力され、パターンデータを電子ビーム描画装置のデータ形式に変換される。図9は、従来の電子ビーム描画装置のデータ変換手順を示すフローチャートである。また、図10～図15は、従来におけるCADシステムから出力されるパターンデータの変換を説明するための図である。以下、図9～図15を参照して、従来の電子ビーム描画データの変換方法の説明をする。

【0004】 まず、CADシステムからパターンデータを入力する（図9ステップ91）。図10は、CADシステムから出力されるパターンデータが示すパターンである。図10に示すように、パターンは重なった状態で設計されることが多い。このような重なり合ったパター

ン通りに電子ビーム描画を行うと、多重に電子ビームが照射される部分が生じることになり、この部分は太くなったパターンとなってしまう。そこで、重なり合ったパターンを示すパターンデータを、図11に示すように輪郭化して重なりを除去する（図9ステップ92）。

【0005】 次に、輪郭化されたパターンデータが示すパターンをサブフィールドに分割する（図9ステップ93）。ICなどのチップサイズは通常6mm角や10mm角であるが、電子ビーム描画装置において、電子ビームを偏向しうる範囲は2mm角程度である。したがって、電子ビームを偏向しうる範囲よりもチップサイズの方が大きい。そこで、1つのチップ内を、電子ビームを偏向しうる範囲（以下、フィールドという）で区分けする。そして、フィールドごとに電子ビームを偏向させることによって露光し、これを全フィールドに対して行うことにより、1つのチップ全面に露光を行う。

【0006】 さらに、電子ビームを数mm偏向させると偏向歪が発生するので、これを補正する必要がある。そこで、フィールドをさらに細かい小区画に区切る。そして、この小区画ごとに歪補正量を定義し、露光時にこの補正量データによって補正を行う。この小区画を以下サブフィールドという。図12は、サブフィールドに分割した状態を示している。

【0007】 次に、このサブフィールドを、最終的な露光単位であるショットに分割するために、まず、図13に示すような矩形に粗分割する（図9ステップ94）。そして、この矩形を、図14に示すようにショットに分解する（図9ステップ95）。ショットとは、1回の電子ビーム照射を行う位置を示すものである。以上のようにして、CADシステムから出力されたパターンデータを、最終的には、ショットに分解されたデータに変換する。

【0008】 ショットごとの露光量は近接効果の補正を考慮して決定される。レジスト膜が積層されたウエハ基板上に電子ビーム照射を行うと、レジスト内での電子散乱および基板からの後方散乱などの繰り返しによって、照射位置以外の周辺にも電荷が蓄積される。これらの現象を総称して近接効果と呼んでいる。この近接効果を補正し、各ショットごとの露光量を決定する（図9ステップ96）。図15は、各ショット毎の露光量を決定した状態を示している。色が濃い部分ほど露光量を大きくすることを示している。

【0009】 近接効果の補正方法としては、通常EID関数と呼ばれる蓄積電荷関数を使用する。レジスト上のある一点に電子ビームを照射したときに、その周辺に及ぼされる蓄積電荷分布 $F(r)$ は、次式で近似できる。

【0010】

【数1】

$$F(r) = C_1 \exp(-(r/\sigma_1)^2) + C_2 \exp(-(r/\sigma_2)^2)$$

【0011】上式において、前項は前方散乱、次項は後方散乱に起因する電荷蓄積量を示しており、それぞれがガウス分布をしている。係数 C_1 、 C_2 、 σ_1 、 σ_2 は、実測値を関数にあてはめる（フィッティング）。図8は、任意の位置での蓄積電荷量の求め方を示す図である。任意の位置での蓄積電荷量 $E(x)$ は、次のようにして求めることができる。図8において、点 x を中心として $F(\epsilon) = 0$ となる ϵ を半径として円を描き、その円内に含まれる図形からの影響を考える。ある点 x' に電子ビームが照射された場合に、点 x' が図8の円内である場合のみ、近接効果により点 x に電荷が蓄積される。すなわち、点 x においては、円外での照射の影響は受けない。

【0012】円内の領域 $B(x, \epsilon)$ は、

【0013】

【数2】

【0014】 $B(x, \epsilon) = \{x' \mid \|x' - x\| \leq \epsilon\}$ で示される。照射パターン領域を S_i とすると、領域 $B(x, \epsilon)$ 内に含まれるパターンの領域 A_i は、

【0015】

【数3】

【0016】 $A_i(x, \epsilon) = S_i \cap B(x, \epsilon)$ で示される。図8において、 A_i に相当するのは A_1 、 A_2 である。このとき、蓄積電荷量 $E(x)$ は、

【0017】

【数4】

$$E(x) = \sum I_i E(x, i)$$

$$E(x, i) = \iint F(|x-y|) d^2 y$$

【0018】となる（ただし、 I_i は S_i を描画したときの電子ビームの照射強度）。

【0019】

【発明が解決しようとする課題】以上のような従来の技術においては、上記のすべての処理の間、パターンデータを幾何データとして取り扱っていた。このため、輪郭化、サブフィールド分割、矩形粗分割等の処理の中で、図形の交点計算やソートを行う必要があり、処理時間が長くなるという問題点があった。図形の交点計算やソートは、図形要素が多くなるほど処理時間が長くなり、最悪の場合、要素数の2乗に比例することになる。

【0020】さらに、各ショットの露光量を計算する際に、近接効果の補正をするための処理もまた時間がかかるという問題点があった。本発明は、上記従来の問題点に鑑みてなされたものであり、パターンデータの変換処理および露光量の計算を高速に行うことができる電子描画のデータ変換方法を提供することを目的とする。

【0021】

【課題を解決するための手段】上記課題の解決のため、本発明の電子ビーム描画のデータ変換方法は、幾何データからなる電子ビーム描画のデータを、描画すべきパターンの最小線幅より小さい分解能を持つ座標上の複数の座標位置データと、その複数の座標位置データのそれぞれに対応した2値データとからなるビットマップデータに変換することとした。

【0022】また、さらに、近接効果による蓄積電荷量の分布を求め、ショット位置との相対位置で示される各位置での蓄積電荷量を格納した蓄積電荷分布フィルタを作成し、前記ビットマップデータと前記蓄積電荷分布フィルタとから前記ビットマップデータの各座標位置に対応するショットの露光量を決定することとした。

【0023】

【作用】上記のような構成により、電子ビーム描画のデータをビットマップデータに変換するので、それ以降の処理において、幾何データを取り扱う必要がない。また、蓄積電荷分布フィルタを作成することにより、各ショットごとに近接効果による影響を考慮した露光量を容易に決定することができる。

【0024】

【実施例】以下、本発明の実施例を図1～図7を参照しながら説明する。図3は、本発明の実施例の電子ビーム描画データの変換方法に使用する装置のブロック図である。図3において、表示装置1は、データ変換処理中および変換後のデータあるいは、そのデータによって示されるパターンを表示する。キーボード2は、データ変換の開始の指令および後述するビットマップ作成時のビットマップの分解能などの変換時のパラメータを入力する。コンピュータ本体3は、CPU5およびメモリ6を備えており、さらに、外部記憶装置4が接続されている。CPU5は、ビットマップデータ作成のための演算処理を行う。メモリ6は、ビットマップデータの変換処理の手順を記憶する部分（インストラクションメモリ）とデータ変換等のための演算処理中に実際のデータを記憶している部分（データメモリ）とを備えている。外部記憶装置4は、CADシステムより送られるデータや変換後のデータを保持するためのものである。CPU5は、メモリ6のインストラクションメモリより、変換処理の手順を読み出し、それに従って、データメモリ内のデータを読み出しあるいはデータメモリに各種データを書き込みながら変換処理を進める。以下に説明するデータ処理の手順は、CPU5とメモリ6とで行われる。

【0025】次に、本実施例におけるビットマップデータに変換する方法について説明する。図1は、ビットマップデータへの変換を説明するための図である。図1に示すように、CADシステムから出力されるパターンデータが示すパターン上に、適当な間隔の仮想的な正方格

子を置く。この正方格子の大きさにより分解能が決まる。正方格子の一辺の長さがパターンの最小線幅より短くなければならない。この正方格子の格子点が、パターンの内部にある場合は、その格子点の値を1とする。また、格子点がパターンの外部にある場合は、その格子点の値を0とする。格子点が作る離散的な座標点（すなわち標本点）を (m, n) と表すと、得られるデータは、 (m, n) の上の2値（0または1）の集合となる。これをビットマップデータと呼ぶ。形式的には、ビットマップデータ G は、

【0026】

【数5】

$$G = \{g_{mn} \mid m=1, 2, \dots, M; n=1, 2, \dots, N\}$$

$$g_{mn} = \begin{cases} 1 & ; \text{パターン内部} \\ 0 & ; \text{パターン外部} \end{cases}$$

【0027】と表すことができる。図1では、 $g_{mn}=1$ となる格子点を黒丸で示している。なお、 M, N は図1に示すように、それぞれパターンデータの縦および横方向の標本点数である。標本点数を多くすればするほど、もとのパターンに近いパターンを表すパターンデータが得られる。図4は、本実施例におけるデータ変換手順を示すフローチャートである。また、図5～図7は、本実施例における、CADシステムから出力されるパターンデータの変換を説明するための図である。以下、図4～図7を参照して、本実施例の電子ビーム描画データの変換方法の説明をする。

【0028】まず、従来と同様にCADシステムからパターンデータを入力する（図4ステップ41）。図5は、CADシステムから出力されるパターンデータが示すパターンであり、これも従来の技術と同様である。次に、前述のような方法により、パターンデータをビットマップデータに変換する（図4ステップ42）。図6は、ビットマップデータが示すパターンを表した図である。

【0029】そして、ビットマップデータによるパターンをショット分解する（図4ステップ43）。図7は、ショット分解したパターンを示している。本実施例においては、ビットマップデータでの隣合う4つのビットで形成される格子を1つのショットとした。次に、近接効果補正を行うために、蓄積電荷分布フィルタを作成する（図4ステップ44）。そして、このフィルタを用いて近接効果補正を行い、各ショットの露光量を決定する。

【0030】以下に、本実施例における近接効果補正について説明する。近接効果補正を行うために、ビットマップと同じ分解能の蓄積電荷分布フィルタを作成する。図2は、蓄積電荷分布フィルタの例を示す図である。ビットマップのあるショット位置にある照射エネルギーで

ビームを照射した場合、その照射によって、そのショット位置の周囲のショット位置に電荷が蓄積される。図2において、 $(i, j) = (4, 4)$ のショット位置に照射された場合、その周囲のショット位置 $(i, j) = (1, 1), (1, 2), \dots, (1, 7), (2, 1), \dots, (2, 7), \dots, (7, 1), \dots, (7, 7)$ に蓄積される電荷をそれぞれ $F(r_{ij})$ とする。本実施例においては、 $(i, j) = (4, 4)$ のショット位置にビームを照射した場合に、図2に示す以外の周囲のショット位置には、近接効果の影響がないと見なしている。ここで、 r_{ij} は、 (i, j) のショット位置と $(i, j) = (4, 4)$ のショット位置との距離である。すなわち、

$$r_{ij} = [(i-4)^2 + (j-4)^2]^{1/2}$$

したがって、周囲のそれぞれのショット位置における電荷蓄積量 $F(r_{ij})$ を求めることができる。この例では、 $(i, j) = (4, 4)$ の位置では、 $r_{ij} = 0$ となる。

【0031】いま、図1のビットマップデータにおいて、斜線を付したショット領域Bにビームを照射した場合を考える。ショット領域とは、ショット分解されたそれぞれの領域である。このショット領域内のある位置（ショット位置）に電子ビームが照射される。ここで、ショット領域の位置を座標で示すために、ショット領域の位置は、そのショット領域の左下の座標で示すことにする。ショット領域Bは【5, 4】で表わすこととする。

【0032】ショット領域B【5, 4】にビームを照射したときに、近接効果により、電荷が蓄積されるショット領域を求めるためには、図2に示したフィルタをビットマップに重ね合わせてみればよい。すなわち、ショット領域B【5, 4】上に、図2の蓄積電荷分布フィルタの $(i, j) = (4, 4)$ のショット位置を合わせて重ねる。蓄積電荷分布フィルタとビットマップの重なった部分が、近接効果により電荷が蓄積されるショット領域である。今の例の場合、図1の領域Cがこれに該当する。

【0033】ショット領域Bに電子ビームを照射したときに、領域Cに含まれるそれぞれのショット領域に蓄積される電荷は、前述の電荷蓄積量 $F(r_{ij})$ を求めることによって算出することができる。以上のように、あるショット領域に電子ビームを照射したと仮定したときに、その照射による近接効果の影響により電荷が蓄積されるショット領域と電荷蓄積量は、図2の蓄積電荷分布フィルタを用いることによって求めることができる。実際に電子ビームを照射するショット領域すべてについて、それぞれの照射により近接効果の影響を受けるショット領域と電荷蓄積量を求めることにより、パターンすべてに照射を行った場合の、それぞれのショット領域における電荷蓄積量を算出することができる。もちろん、

あるショット領域の電荷蓄積量は、その周辺での複数のショット領域へのビーム照射による影響を受けるので、それぞれのビーム照射によるショット領域での電荷蓄積量を加算することになる。

【0034】以上のようにして、ある一定の照射エネルギーでパターン内の各ショット領域に電子ビーム照射を行ったとした場合の、ビットマップ上のすべての領域に蓄積される電荷量を、ショット領域ごとに算出する。パターン全体を十分に露光するためには、パターン内のショット領域のそれぞれには、ある値（以下、しきい値という）以上の電荷が蓄積される必要がある。パターン内の各ショット領域における算出された蓄積電荷量が、すべてしきい値以上であれば、算出するときに用いた照射エネルギー値で電子ビーム照射を行って露光すればよいことになる。蓄積電荷量がしきい値をはるかに越えてしまう領域があるかもしれないが、レジストにおける許容値を越えていなければ問題ない。

【0035】しかしながら、算出された蓄積電荷量がしきい値より小さいショット領域がある場合は、算出するときに用いた照射エネルギー値で電子ビーム照射を行うと、その領域は、露光量が不足することが予想される。この場合は、その領域において露光量が不足することを補正すべく、照射エネルギー値を大きくして電子ビームの照射を行う。この場合、算出された蓄積電荷量がしきい値より小さいショット領域付近での電子ビーム照射時のみ照射エネルギーを大きくすればよい。さらに、処理を簡単にするために、パターン内のすべての領域への電子ビーム照射について照射エネルギーを大きくしてもよい。

【0036】また、パターンの中心部よりも周辺部において、上記のような蓄積電荷量が小さくなる領域が生じやすいので、算出された蓄積電荷量がしきい値より大きいか否かのチェックは、パターンの周辺部のショット領域に対してのみ行ってもよい。

【0037】

【発明の効果】以上のように本発明によれば、データ変換の際に幾何データ計算を行う必要がない。そのため、データ変換処理が簡略化され、処理の高速化が可能であ

る。また、近接効果補正に関しても、蓄積電荷分布フィルタを用いることにより、処理が簡略化できる。そのため、ハードウェア化が容易であり、処理の高速化が可能である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例におけるビットマップデータへの変換を説明するための図である。

【図2】本発明の実施例における蓄積電荷分布フィルタの例を示す図である。

【図3】本発明の実施例の電子ビーム描画データの変換方法に使用する装置のブロック図である。

【図4】本発明の実施例におけるデータ変換手順を示すフローチャートである。

【図5】本発明の実施例における、CADシステムから出力されるパターンデータの変換を説明するための図である。

【図6】本発明の実施例における、CADシステムから出力されるパターンデータの変換を説明するための図である。

【図7】本発明の実施例における、CADシステムから出力されるパターンデータの変換を説明するための図である。

【図8】任意の位置での蓄積電荷量の求め方を示す図である。

【図9】従来の電子ビーム描画装置のデータ変換手順を示すフローチャートである。

【図10】従来におけるCADシステムから出力されるパターンデータの変換を説明するための図である。

【図11】従来におけるCADシステムから出力されるパターンデータの変換を説明するための図である。

【図12】従来におけるCADシステムから出力されるパターンデータの変換を説明するための図である。

【図13】従来におけるCADシステムから出力されるパターンデータの変換を説明するための図である。

【図14】従来におけるCADシステムから出力されるパターンデータの変換を説明するための図である。

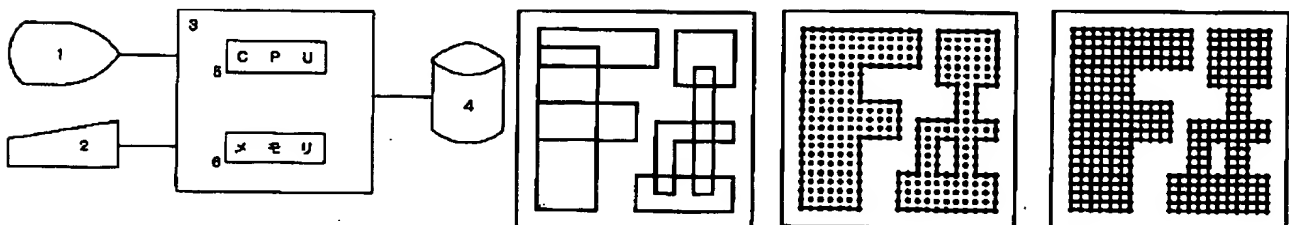
【図15】従来におけるCADシステムから出力されるパターンデータの変換を説明するための図である。

【図3】

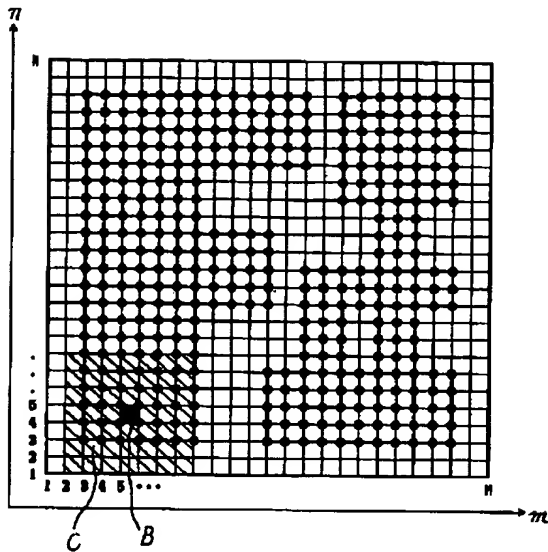
【図5】

【図6】

【図7】



【図1】



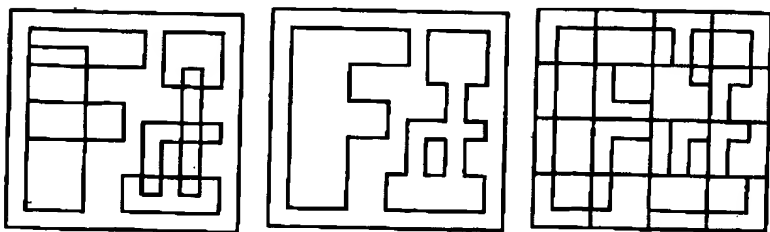
【図2】

j=1	$F(r_{1j})$	$F(r_{1j})$	$F(r_{1j})$	$F(r_{1j})$	$F(r_{1j})$	$F(r_{1j})$	$F(r_{1j})$
2	$F(r_{1j})$	$F(r_{1j})$	$F(r_{1j})$	$F(r_{1j})$	$F(r_{1j})$	$F(r_{1j})$	$F(r_{1j})$
3	$F(r_{1j})$	$F(r_{1j})$	$F(r_{1j})$	$F(r_{1j})$	$F(r_{1j})$	$F(r_{1j})$	$F(r_{1j})$
4	$F(r_{1j})$	$F(r_{1j})$	$F(r_{1j})$	$F(0)$	$F(r_{1j})$	$F(r_{1j})$	$F(r_{1j})$
5	$F(r_{1j})$	$F(r_{1j})$	$F(r_{1j})$	$F(r_{1j})$	$F(r_{1j})$	$F(r_{1j})$	$F(r_{1j})$
6	$F(r_{1j})$	$F(r_{1j})$	$F(r_{1j})$	$F(r_{1j})$	$F(r_{1j})$	$F(r_{1j})$	$F(r_{1j})$
7	$F(r_{1j})$	$F(r_{1j})$	$F(r_{1j})$	$F(r_{1j})$	$F(r_{1j})$	$F(r_{1j})$	$F(r_{1j})$
	i=1	2	3	4	5	6	7

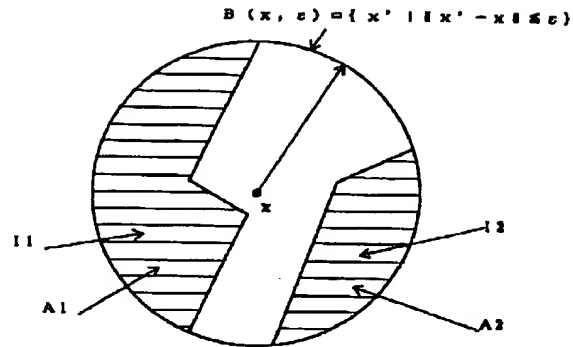
【図10】

【図11】

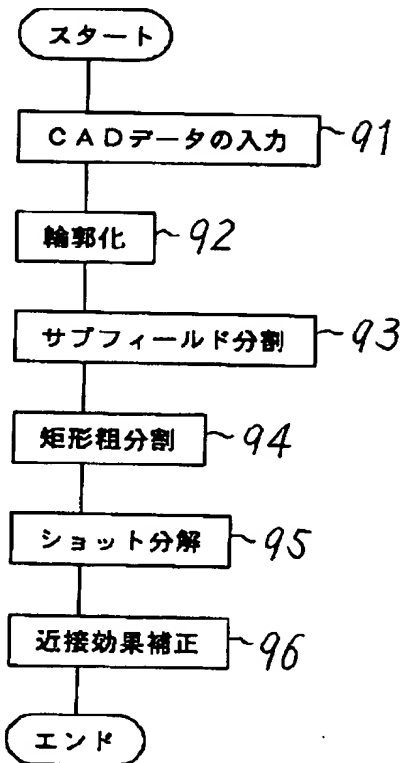
【図12】



【図8】

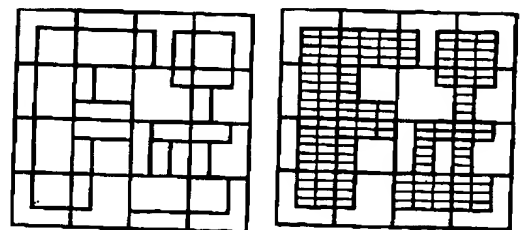


【図9】

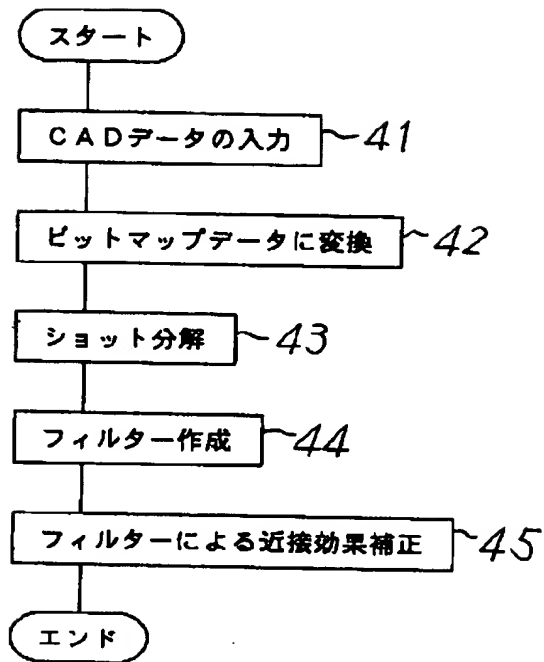


【図13】

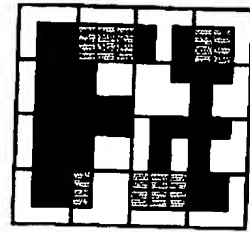
【図14】



【図4】



【図15】



フロントページの続き

(72)発明者 菊地 孝幸
東京都品川区西大井1丁目6番3号 株式
会社ニコン大井製作所内

(72)発明者 藤田 真須美
東京都品川区西大井1丁目6番3号 株式
会社ニコン大井製作所内